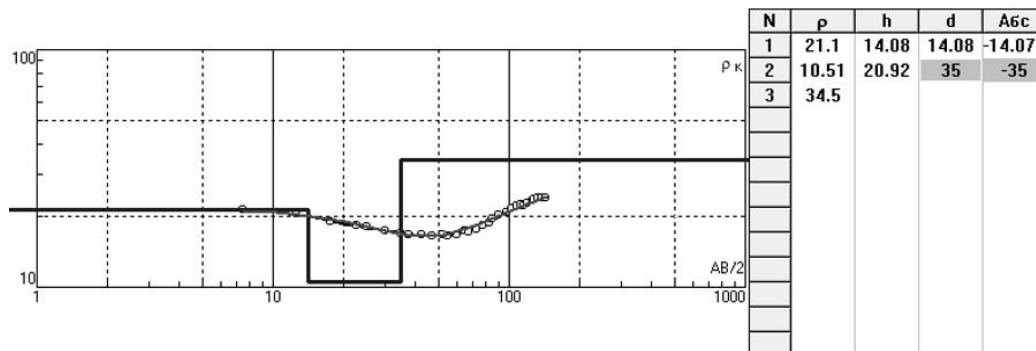
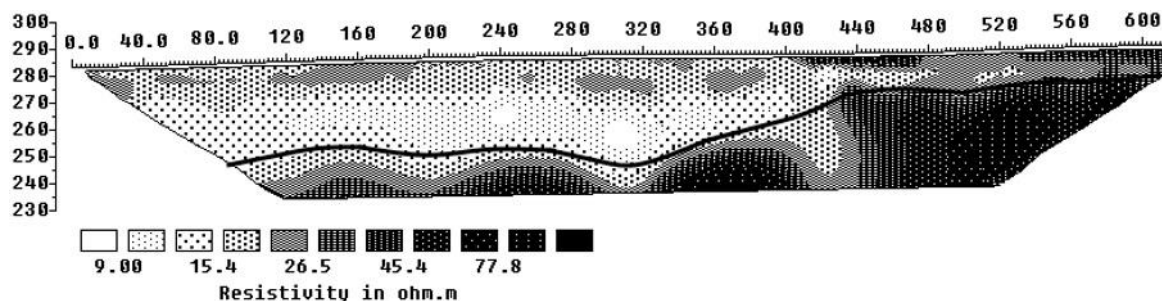


**СЕКЦИЯ 5. ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ЗЕМЛИ И ПОИСКОВ  
И РАЗВЕДКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ.  
ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ**



**Рис. 1 Интерпретация результатов электрических зондирований в районе скважины**

В результате интерпретации установлено, что для данного геоэлектрического разреза характерно наличие трех слоев, при этом УЭС второго слоя меньше, чем УЭС первого и третьего слоев. Следует также отметить, низкое значение УЭС слоя коренных пород, что может быть связано с высокой выветрелостью и влажностью кровли коренных пород. Эти данные были использованы для анализа геоэлектрического разреза, полученного при интерпретации в рамках двумерной модели (рис. 2).



**Рис. 2 Геоэлектрический разрез с указанием границы между песчано-глинистыми и коренными породами**

В результате анализа полученного геоэлектрического разреза установлено, что на расстоянии 0-400 м от начала геофизического профиля на разрезе выделяется толща песчано-глинистых пород мощностью преимущественно 35-40 м. В пределах этой толщи, на глубине около 15 м выделяется слой с пониженным УЭС, что соответствует, вероятно, повышенной влажности и глинистости горных пород. Участки с наибольшей влажностью зафиксированы на расстоянии 240 и 310 м от начала профиля. В конце профиля, на расстоянии 430-600 м от его начала, мощность слоя песчано-глинистых пород составляет, в основном 15-18 м. Участки с пониженным УЭС в кровле коренных пород могут быть связаны с увеличением мощности коры выветривания.

Таким образом, в результате исследования верхней части борта разреза дан прогноз мощности песчано-глинистых отложений и выявлены наиболее водонасыщенные участки прибортового массива. Эти данные могут быть использованы при расчете устойчивости борта разреза, а также при определении оптимальных мест для бурения инженерно-геологических скважин с целью уточнения физико-механических свойств пород.

#### Литература

- Бобачев А.А., Горбунов А.А. Двумерная электроразведка методом сопротивлений и вызванной поляризации: аппаратура, методики, программное обеспечение // Разведка и охрана недр. – 2005. – №12. – С. 52–54.
- Огильви, А. А. Основы инженерной геофизики: учеб. для вузов / Под редакцией В. А. Богословского. – М.: Недра, 1990. – 501 с.
- Попов, В. Н. Управление устойчивостью карьерных откосов: учеб. пособие для вузов / В. Н. Попов, П. С. Шпаков, Ю. Л. Юнаков. – М.: Издательство горная книга, 2008. – 683 с.
- Свод правил 11-105-97. Инженерно-геологические изыскания для строительства. Часть 6. Правила производства геофизических исследований. – Введ. 2004–07–01. – М.: ФГУП «ПНИИИС», 2004. – 49 с.

#### **ОСНОВНЫЕ ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ В ПРОЦЕССЕ БУРЕНИЯ М.М. Базылев**

Научный руководитель ассистент А.А. Ислямова  
**Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия**

*Цель исследования* – изучить возможности сектора геофизических исследований, которые выполняются во время бурения; выяснить, каким образом они увязываются с процессами, выполняемыми во время бурения, какие методы используются для решения задач геофизического изучения.

*Актуальность.* В настоящее время существует тенденция к объединению геофизических и буровых работ с целью снижения расходов из-за простоя скважин на время выполнения геофизических исследований, а также проводки бурового снаряда по продуктивному пласту непосредственно во время бурения. Поэтому для современных специалистов-геофизиков есть необходимость разбираться в данной области геофизической науки, ее возможности и развитие на сегодняшний день.

Каротаж во время бурения (КВБ) – детальное исследование строения разреза скважины с помощью спуска-подъема в ней геофизического зонда как части бурового снаряда.

Первые попытки создания технологии КВБ осуществлялись в 20-х годах XX в. В эти годы возникли идеи использовать пульсацию давления при прокачке промывочной жидкости насосом, применять бурильные трубы со встроенным кабелем для передачи сигнала, проводить акустический каротаж, электрокаротаж во время бурения. В конце 60-х годов XX в. американский инженер Дж. Арпс изобрел систему, измеряющую удельное сопротивление с возможностью направленной работы. Конкуренция между Mobil, Standard Oil и другими компаниями в конце 60-х и в начале 70-х приводит к созданию множества перспективных систем, одна из которых MWD (Measurements while drilling). Следует отметить, что главным фактором развития послужило решение правительства Норвегии производить инклинометрию в скважинах на шельфе каждые 100 метров. Это решение создало благоприятную среду для технологии MWD, где она имела экономическое преимущество перед традиционными приборами, что привело к ускоренному развитию LWD технологий к началу 1980-х гг. [5].

Каротаж во время бурения можно классифицировать по решаемым задачам [2]. Каротаж в зависимости от постановки проблемы служит для решения задач геонавигации, геомеханики (контроль качества цементирования акустическими методами) и для определения литологии пласта, что включает определение типа горной породы, выделение разломов, коллекторов. Аппаратура для решения этих задач будет рассмотрена ниже.

В комплексе каротажа во время бурения можно также условно выделить две основные группы средств измерения по глубинности:

- малой радиальной глубинности (используются ГК, НК, АК и БК методы);
- большой глубинности (реализуется достаточно длинными зондами ЭМ каротажа).

По направленности геофизические измерения во время бурения делятся на:

- ненаправленные (осесимметричные, или аксиальные) измерения;
- направленные (азимутальные) измерения (используются зонды с секторной областью исследования) [1].

Важной и неотъемлемой частью каротажа во время бурения является телеметрическая система. Телеметрическая система – это совокупность средств измерений, вспомогательных устройств и каналов связи, предназначенных для передачи сигналов измерительной информации на расстояние и их приема. Телеметрическая система включает скважинный прибор и наземное устройство для приема и выделения полезного сигнала с последующим его преобразованием и регистрацией.

Среди средств первичного преобразования телеметрической системы есть геофизический блок, куда входят измерители сопротивления горных пород, их гамма активности, самопроизвольной поляризации и виброакустического каротажа. Помимо собственно геофизической составляющей в состав системы также входят инклинометрические и технологические средства преобразования [3].

От вида телеметрической системы зависит последовательность расположения геофизической аппаратуры в буровой колонне [4]. Также порядок расположения зависит от глубинности используемых методов и от вида решаемых задач, рассмотренных выше [1].

При анализе методов, используемых различными компаниями в настоящее время, были выделены основные методы: гамма-каротаж (ГК), резистивиметрия (используется метод ИК, получаемой величиной является сопротивление), инклинометрия, акустический каротаж (АК).

Также для подтверждения исходных данных могут использоваться дополнительные исследования: ЭМ каротаж, нейтронно-плотностной каротаж, БК.

Рассмотрим основные геофизические методы, применяемые в КВБ, подробнее.

Гамма-каротаж относится к малоглубинным методам, проводится практически во всех случаях решения задачи геонавигации. В совокупности с измерениями электрического сопротивления гамма-каротаж позволяет эффективнее контролировать пространственное положение скважины относительно геологических объектов в процессе бурения. В свою очередь, электрические методы имеют хорошую глубинность измерений для их использования в геонавигации.

Принцип измерения электрических свойств горной породы приведен на рис. 1 [4].

Как видно по рис. 1 для измерения сопротивления горной породы используется метод индукционного каротажа.

Акустический каротаж применяется при оценке качества цементирования, оптимизации веса бурового раствора, прогнозировании порового давления (геомеханическая задача), позволяет обеспечить оператора информацией об открытой пористости, регистрирует сейсмическое поле выше долота и прогнозирует свойства пород впереди долота. АК также может быть отнесен к группе методов с малой радиальной глубинностью [2].

Инклинометрия – метод, используемый для определения положения скважины в пространстве. В инклинометрии исследуют следующие параметры: угол искривления, азимут искривления, угол наклона. Для определения этих характеристик используются различные гироскопические приборы, свободные гироскопы, инерциальные навигационные системы, магнитные приборы и т.д.

Дополнительные исследования: определение петрофизических свойств ГП методом нейтронно-плотностного каротажа, которым исследуются плотность и пористость ГП. Относится к малоглубинным методам.



Рис.1 Принцип измерения сопротивления ГП

После измерения геофизическими зондами параметров горных пород перед системой КВБ встает задача передать данные в реальном времени на поверхность. Существует несколько типов телеметрических систем, решающих данную проблему. Они бывают [3]: гидравлические, по буровым трубам, по горным породам.

При анализе систем КВБ, и в целом телеметрических систем, очевидно, что в процессе бурения используется большое количество геофизических методов, основные из которых: ГК, резистивиметрия (ИК), инклинометрия, АК. А также более полные данные получаются при добавлении в систему КВБ электромагнитного каротажа, нейтронно-плотностного каротажа, БК, что позволяет решать некоторые геофизические задачи уже на этапе бурения.

#### Литература

1. Аксельрод С. М. Методы опережающей навигации при бурении горизонтальных скважин (по материалам зарубежной литературы) //Каротажник. – 2012. – №. 9. – С. 87–122.
2. Бурение и измерения: ООО «Технологическая компания Шлюмберже» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://www.slb.ru/services/drilling/drilling\\_measurements/](https://www.slb.ru/services/drilling/drilling_measurements/)
3. Епихин А.В. Технология бурения нефтяных и газовых скважин : Курс лекций. – Томск: НИ ТПУ, 2015.
4. Каротаж в процессе бурения: Герс-инжиниринг [Электронный ресурс] / URL: <http://gerse.ru/service/LWD/>
5. Logging while drilling: Wikipedia [Электронный ресурс] / URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/Logging\\_while\\_drilling](https://en.wikipedia.org/wiki/Logging_while_drilling)

### ВЫЯВЛЕНИЕ МЕТОДОМ МОГТ-3D И КАРТИРОВАНИЕ ВЫБРОСООПАСНЫХ ЗОН (В УСЛОВИЯХ КАРАГАНДИНСКОГО УГОЛЬНОГО БАСЕЙНА)

А.Ж. Байкенжина

Научный руководитель профессор В.И. Исаев

ТОО «Азимут Геология», Караганда, Казахстан

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Томск, Россия

*Анализ проблемы.* Выбросоопасность угольных пластов в значительной мере определяет как технологические схемы, организационные и экономические аспекты разработки угольных месторождений, так и безопасность горных работ. Вопрос о прогнозировании зон горно-геологических нарушений с одновременным учетом газового фактора, напряженно-деформированного состояния массива, а также физико-механических свойств угольного пласта является весьма актуальным [1, 4].

Определяющее влияние на формирование факторов выбросоопасности оказывает разрывная тектоника разной степени амплитудности. Поэтому основной задачей геологоразведочных работ на сегодняшний день в Карагандинском бассейне является изучение именно тектонического строения шахтных полей. Для этого при проведении геологоразведочных работ на угольных месторождениях желательно совершенствовать подходы к использованию геофизических методов в качестве значимых информационных модулей [2, 3].

Однако применение шахтной геофизики имеет некоторые ограничения. Так, например, размещение приемника и источника сигнала невозможно в оконтуривающих горных выработках напротив друг друга, когда один из штреков находится в стадии проходки либо когда оба штрека пройдены, но длина лавы значительно